پژوهشنامه خراسان بزرگ
شماره ۳۹ تابستان ۱۳۹۹
No.39 Summer 2020
۵۲-۳۳
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۱

شناسایی تأثیرات عوامل اقلیمی بر معماری مدرسه غیاثیه خرگرد خواف

➢ **آمنه سادات فتاحی معصوم:** دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
➢ **امیر اکبری:** استادیار، گروه تاریخ، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران (tabassi_mohsen@yahoo.com)
➢ **محسن طبسی:** دانشیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزادی اسلامی، مشهد، ایران (amirakbari@yahoo.com)

چکیده

اقلیم به‌عنوان عاملی تأثیرگذار در آسایش انسانی، همواره موردتوجه و ساختمان‌ها و بافت شهری عمدتاً همساز با آن بنا می‌شده‌اند. کوشش معماران سنتی نیز در آفرینش فضایی بوده است که با توجه به شرایط دوران خود، بتواند آسایش کالبدی انسان را به همراه داشته باشد. بنابراین چنین فرضیه‌ای مطرح می‌شود که چه‌بسا اقلیم بیشتر از آنچه تصور می‌شود، در شکل‌گیری معماری بنا، نقش دارد. با توجه به اینکه رمزگشایی پایداری معماری بومی از گذشته تا به امروز، همواره از موضوعات موردتوجه محققان بوده است و به‌منظور سنجش فرضیه مذکور، این پژوهش سعی دارد ردپای تأثیرگذاری اقلیم را در مدرسه غیاثیه خرگرد در خراسان جستجو کند. مدرسه غیاثیه یادگاری از دوران تیموری و بنایی جاودان، واقع در روستای خرگرد از توابع شهرستان خواف محسوب می‌گردد. منطقه‌ای که از لحاظ اقلیمی دارای آب و هوای کویری با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد و نسبتاً خشک می‌باشد. با اذعان به شرایط سخت این حوزه اقلیمی، به نظر می‌رسد تنها راه مقابله با آن، برای دستیابی به رفاه و آسایش کاربران مدرسه، توجه ویژه به‌خصوصیات آب و هوایی منطقه است. بر این اساس، هدف از پژوهش حاضر پاسخ به این پرسش است که اقلیم در شکل‌گیری کالبدی و سازماندهی فضاهای مدرسه غیاثیه به چه میزان نقش داشته است؟ و آیا این تأثیرپذیری را می‌توان عاملی برای جاودانگی این مدرسه برشمرد؟ این پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی و ابزار گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و به‌ویژه مشاهده میدانی، به بررسی و تحلیل معماری بنای موردمطالعه بر مبنای شاخصه‌های اقلیم می‌پردازد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که این شاخصه‌ها در اکثر مواقع، تنها عامل مهم شکل‌گیری کالبد و فضا بوده و در برخی موارد نیز تأثیر بسزایی داشته است. در واقع معمار بنا با توجه به ویژگی‌های اقلیمی منطقه، راهکارهای معماری هوشمندانه‌ای ارائه داده است تا آسایش حرارتی ساکنان را فراهم آورد.

واژگان کلیدی: اقلیم گرم و خشک، مدرسه غیاثیه خرگرد، ساختار کالبدی، آسایش حرارتی انسان

Abstract

Climate, as an influential factor in human comfort, has always been a focus of attention, and urban buildings and textures have largely been aligned with it. Traditional architects have also sought to create a space that, given the conditions of its time, can bring about human physical comfort. Therefore, the role of climate in the formation of the body can be acknowledged. The Ghiasiye School is a reminder of the Timuri era, located in the village of Khargerd, a suburb of Khawaf. Khawaf city in Razavi Khorasan has a desert climate with hot summers and cold and relatively dry winters. Recognizing the harsh conditions of this climate, it seems that the only way to deal with it, for the sake of human thermal comfort, is to pay special attention to the climate characteristics of the region. Given that decoding the sustainability of indigenous architecture from past to present has always been a topic of interest to scholars, the main research question is to what extent climate has played a role in the physical formation and organization of Ghiasiye school spaces? This paper reviews and analyzes the architecture of the school based on climatic characteristics using a descriptive-analytical method and a library data collection tool, and in particular a field survey. The results of this study showed that these characteristics are, in most cases, the only important factor in the formation of body and space and in some cases have had a significant impact. In fact, according to the climate characteristics of the area, the architect has provided smart architectural solutions to optimally provide the residents with thermal comfort.

Keywords: Hot arid climate, Ghiasiye School, Khargerd, Human thermal comfort

*نویسنده مسئول مکاتبات: آمنه سادات فتاحی معصوم (۰۹۱۵۱۱۱۳۷۱۹) (afattahi@mshdiau.ac.ir)

مقدمه

شرایط اقلیمی مناطق گرم و خشک در ایران شامل تابش شدید آفتاب، بارندگی کم و به همان میزان کمبود آب، وجود انواع بادهای کویری که شرایط مطلوبی ندارند و اختلاف دمای شب و روز، محیط چندان خوشایندی را جهت سکونت انسان فراهم نمی کند، اما بااین‌وجود «با توجه به‌تمامی مشکلات اقلیم گرم و خشک، معماری سنتی ما در اثر تجربه چند هزارساله خود، راه‌حل منطقی برای یک زندگی نسبتاً مطلوب در این مناطق را فراهم نموده است» (قبادیان ۱۳۷۷: ۱۲۳). این مقوله در نگاه اول بدیهی به نظر می‌رسد و معماری سنتی به‌خصوص با توجه به شرایط زمان قدیم، باید به این عوامل توجه می‌نمود تا بتواند آسایش کالبدی کاربر را فراهم و رضایت او را جلب نماید. «در گذشته برخلاف امروز که به مدد انرژی‌های سوختی و برقی آسایش خانه را فراهم می‌کنند، به دلیل کمبود و فقدان این‌گونه انرژی‌ها، اصول و روش‌هایی را در ساخت و طراحی ساختمان به کار می‌بردند که به کمک آن‌ها بتوان معماری را به بهترین شکل با اقلیم هماهنگ کرد تا نیاز به سرمایش و گرمایش به کمترین میزان برسد» (هوشیاری و پورنادری، ۱۳۹۵: ۵۴)، اما چگونه این امر بدیهی، توانسته به خلق آثار جاودان معماری در گذشته بیانجامد، درحالی‌که در زمان حال و باوجود پابرجا بودن همان شرایط اقلیمی از یک‌سو و پیشرفت فناوری از سوی دیگر، ما شاهد آثار فاخر و جاودان منطبق بر بوم، همچون گذشته نمی‌باشیم؟ بر این اساس، بررسی میزان تأثیرگذاری عواملی همچون اقلیم بر سازماندهی فضاها و کالبد بنا، از آن جهت که ما شاهد پایداری معماری این مناطق پس از گذشت سالیان هستیم، اهمیت می یابد. این کنکاش می‌تواند علاوه بر رمزگشایی نحوه خلق معماری سنتی، ما را در دستیابی به معماری مانا رهنمون سازد. برای سنجش فرضیه تأثیر اقلیم بر ساختمان‌های سنتی در این پژوهش، مدرسه غیاثیه در خراسان، به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین بناهای آموزشی، از آن جهت که در دوره رونق و شکوفایی معماری ایران ساخته شده و ترکیبی از کاربری اقامتی، آموزشی و عبادی است، انتخاب گردید. مدرسه در روستای خرگرد در شهرستان خواف واقع شده است. از نظر اقلیمی این منطقه گرم و خشک محسوب می‌شود. فرضیه پژوهش بر این مبنا استوار است که این‌گونه اقلیمی در شکل‌گیری کالبد بنای مدرسه غیاثیه خرگرد تأثیر بسزا گذاشته و یکی از دلایل مهم ترکیب‌بندی فضایی این بنا می‌باشد. هدف اصلی پژوهش حاضر، پاسخ به این سؤال است که عناصر اقلیمی به چه میزان در خلق فضای معماری و کالبد بنای جاودان مدرسه غیاثیه تأثیرگذار بوده‌اند؟ و آیا می‌توان ماندگاری این اثر را متأثر از نقش اقلیم در شکل‌گیری معماری آن دانست[۱]؟ به‌منظور انجام این پژوهش، ابتدا با تحقیقات کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی، بنای مدرسه موردمطالعه قرار گرفت، سپس مبتنی بر مطالعات انجام‌گرفته و نیز مطالعات تکمیلی پیرامون مباحث اقلیمی و معماری اقلیمی، یافته‌ها با روشی توصیفی-تحلیلی موردبررسی قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که اقلیم نقشی فراتر از تصور در شکل‌گیری بنا از معماری تا تزئینات داشته است و عناصر مهم اقلیمی‌مانند دما، تابش و باد، تعیین‌کننده جهت قرارگیری بنا، راستای کشیدگی آن، تناسبات ارتفاعی، نوع پوشش سقف‌ها و کاربرد مواد و مصالح برای ساخت بنا بوده‌اند.

پیشینه پژوهش

به‌منظور ورود به ادبیات پیرامون موضوع پژوهش حاضر، نیاز است که در دو حوزۀ بررسی عامل اقلیم به‌طور خاص بر بناهای منطقه گرم و خشک مشابه غیاثیه و شناخت معماری و عوامل مؤثر بر شکل‌گیری کالبد بنای مدرسه غیاثیه نگاهی به تألیفات داشته باشیم. در خصوص شناخت معماری بنای غیاثیه خرگرد که ما را به رمز و راز شکل‌گیری کالبد آن‌ها رهنمون می‌سازد، می‌توان به کتب مرجع مانند *معماری تیموری در ایران و توران* از ویلبر و گلمبک و *معماری تیموری در خراسان* از اوکین که به بررسی خصوصیات کالبدی و تزئینات کاشی‌کاری آن پرداخته‌اند استناد کرد. هیلن براند در

۱. نکته قابل‌تأملی که فرضیه این پژوهش بر آن استوار گشته، اینکه الزاماً منطبق بودن بر اقلیم دلیل ماندگاری یک بنا به معنی در امان بودن از گذشت سالیان و فرسایش بر اثر ویژگی‌های متعدد مانند زلزله و عوامل جوی تلقی نمی‌شود. بلکه بدان منظور است که اگر در عصر تکنولوژی حاضر، این بنا را بتوان تمام و کمال احیا کرد، کالبد فضایی آن قادر است بدون نیاز به فناوری، آسایش حرارتی کاربر را فراهم آورد. بنابراین رمزگشایی پایداری این بنا، از این منظر موردنظر است.

هنر و معماری اسلامی، با معرفی مدارس کشورهای اسلامی، مدرسه غیاثیه را نمونه‌ای از درآمیختن کارکردهای متنوع درنهایت نرمی، می‌خواند. گلچین عارفی در *خواجه غیاث‌الدین پیر احمد خوافی (بانی مدرسه غیاثیهٔ خرگرد)* و ویلبر در *قوام‌الدین شیرازی معمار دوره تیموریان* نیز، ضمن بیان شرح‌حال بانی بنا (پیر احمد خوافی) و معمار مدرسه (قوام‌الدین شیرازی)، به معماری و تزئینات مدرسه غیاثیه اشاره‌کرده‌اند. رحیم‌زاده در *مدرسه غیاثیه خرگرد، جلوه‌ای از شکوه معماری عهد تیموری در ایران* به‌طور مبسوطی مدرسه غیاثیه را بررسی و آن را بهترین مدرک برای مطالعه سبک تیموری دانسته است. احمدی و صادقی در *تأملی بر اصول معماری در دوره تیموری با تأکید بر بازشناخت بنای مدرسه غیاثیه خرگرد* نیز به‌منظور تأملی در معماری سبک تیموری بر بازشناخت معماری مدرسه غیاثیه تأکید ورزیدند. لولویی در *مدارس چهار ایوانی خراسان* و خزایی در *ساختار و نقش‌مایه‌های مدارس دوره تیموری در خطه خراسان* که مدارس چهار ایوانی خراسان را بررسی کرده‌اند، در مقایسه‌ای تطبیقی با دیگر مدارس، بیان مفصلی از معماری و تزئینات مدرسه غیاثیه خرگرد ارائه دادند. همچنین خانی و همکاران در *بررسی تطبیقی معماری و تزئینات مدرسه غیاثیه خرگرد و مدرسه چهارباغ اصفهان*، به‌طور خاص، دو مدرسه غیاثیه و چهارباغ را مقایسه و معماری مدرسه چهارباغ را ادامه‌دهنده غیاثیه معرفی کرده‌اند. مجموع مطالعات ذکرشده، صرفاً به بررسی وضعیت معماری و کالبد بنا و تزئینات آن پرداخته‌اند و در مورد ریشه‌های شکل‌گیری، تأثیرات عوامل مختلف بر کالبد آن و ریشه‌یابی رمز و رموز معماری مدرسه مطلبی عنوان ننموده‌اند. در این زمینه تنها می‌توان به مقاله طاهری‌مقدم و کاظم‌نژاد، *پالت رنگ کاشی‌کاری مدرسه غیاثیه خرگرد، بنای ماندگار دوره تیموری در خراسان* اشاره داشت که با بررسی رنگ‌ها در تزئینات مدرسه غیاثیه، استفاده از رنگ‌ها و جانمایی آن‌ها را بعضاً مرتبط با شرایط جوی منطقه و میزان تابش آفتاب دانسته است.

در زمینهٔ بررسی عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری بناهای منطقه گرم و خشک، می‌توان به مجموع تحقیقات زیر اشاره نمود که به‌طور خاص به شناسایی نقش اقلیم و تأثیر آن در شکل‌گیری کالبد بناها پرداخته‌اند. کیانی در *تاریخ هنر معماری ایران در دوره اسلامی*، اذعان می‌دارد که در شهرهاي مناطق خشک بناي خانه‌ها نه‌تنها به دلیل گرایش ایرانیان به دین مبین اسلام به‌صورت اندرونی و بیرونی است، بلکه نشان‌دهندهٔ تأثیر اقلیم نیز می‌باشد «زیرا هریک با داشتن تمهیداتی مانند حیاط و حوض و اتاق‌ها با عملکرد خاصی در فصول خاصی به کار می‌روند». قبادیان در بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، با توجه به تقسیم‌بندی اقلیمی که ارائه می‌کند، کالبد معماری سنتی را موردبررسی و تحلیل قرار می‌دهد. توسلی نیز در کتاب خود، ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران، به تأثیر عوامل اقلیمی و تاریخی در معماری شهرهای یزد، نائین، زواره، طبس، کاشان و بعضی مناطق مرکزی ایران پرداخته است. برمبنای مطالعات او، سه عامل عمده اقلیم، اعتقاد و قدرت، شکل‌دهندگان اصلی ساختار شهر و معماری بناهای آن بوده است. در بررسی مستقیم تأثیر اقلیم بر کالبد بنا، زارعی و میردهقان، در نقش الگوی حیاط مرکزی در تعدیل شرایط سخت اقلیم گرم و خشک منطقه یزد، با روشی کمی و با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری، الگوی حیاط مرکزی در معماری بومی یزد را بررسی و این فضا را از عوامل تعدیل‌کننده شرایط سخت اقلیمی منطقه عنوان نمودند. مهدیزاده و همکاران در تحقیقی مشابه با عنوان *تأثیر وجود پیش ورودی بر رفتار حرارتی فضای اصلی در و اقلیم گرم و خشک ایران (بررسی خانه‌های قدیمی شهر یزد)*، با بررسی الگوی پیش ورودی در خانه‌های قدیمی یزد، این الگوی فضایی را در کاهش تبادلات حرارتی مؤثر شناختند. اختران کاوه و همکاران در *بررسی تعامل اصول معماری ایرانی و انرژی خورشیدی از منظر فرم، تقارن و جهت‌گیری، نمونه موردی خانه عباسیان کاشان* به روشی کمی، درصدد یافتن الگوهای همساز با اقلیم بوده‌اند. همچنین روبیاتی و فروزانفر در مقاله خود، *تأثیر مصالح و الگوهای معماری بومی اقلیم گرم و خشک در پایداری (معماری بومی استان خراسان جنوبی)*، با کنکاشی در معماری بومی منطقه گرم و خشک خراسان جنوبی، سعی در شناخت الگوهای معماری همساز با اقلیم این منطقه داشته‌اند. از معدود مقالاتی که مستقیماً نقش اقلیم را در کالبد یک بنای قدیمی بررسی کردند، می‌توان به مقاله هاشمی و همکارانش با عنوان *بررسی نقش اقلیم بر نوع*

معماری و تزئینات حسینیه نواب بیرجند، اشاره داشت که نقش اقلیم را بر معماری و تزئینات حسینیه‌ای در بیرجند مورد شناسایی قرار داده و حضور پررنگ آن را در شکل‌دهی به کالبد بنا به اثبات رسانده‌اند. با بررسی مطالعات عنوان‌شده، می‌توان خلاء تحقیقاتی در شناخت عوامل تأثیرگذار و ریشه‌های شکل‌گیری معماری بنای مدرسه غیاثیه و رمزگشایی عوامل جاودانگی آن را احساس نمود.

روش پژوهش

روش انجام این پژوهش توصیفی-تحلیلی است. در این نوع پژوهش، محقق علاوه بر تصویرسازی آنچه هست، به تشریح و تبیین دلایل چگونه بودن و چرایی وضعیت مسئله و ابعاد آن می‌پردازد. بدین منظور محقق نیاز به تکیه‌گاه استدلالی محکمی دارد که آن را می‌تواند از طریق جستجو در ادبیات و مباحث نظری تحقیق بیابد و با استدلالی منطقی جزئیات مربوط به تحقیق خود را با گزاره‌های مربوطه ارتباط داده و به نتیجه‌گیری بپردازد (حافظ‌نیا، ۱۳۹۷: ۷۱). در این پژوهش به‌منظور دستیابی به گزاره‌های کلی از ابزار مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای و به‌منظور تحلیل و یافتن چگونگی‌ها و چرایی‌ها از مشاهدات میدانی استفاده شد. در بررسی نحوه شکل‌گیری ساختار کالبدی و معماری مدرسه غیاثیه خرگرد منابع محدودی در دسترس می‌باشد. بر این مبنا، عمده تحقیق مبنی بر مشاهدات عینی قرار دارد که درنهایت نتایج حاصل، از تحلیل داده‌های مطالعات میدانی استنتاج گردید. همچنین به‌منظور سنجش حرکت نور و باد، دما و آسایش حرارتی محیط، مشاهدات در دو دوره تابستانی و زمستانی انجام گرفت.

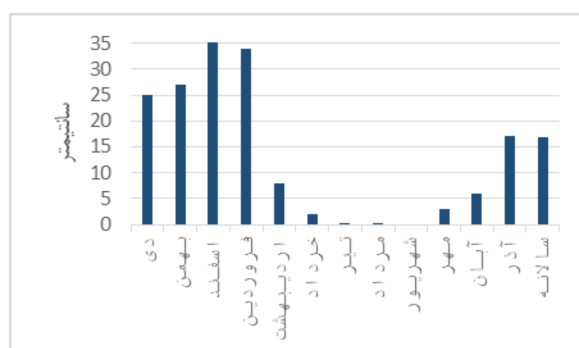
شرایط کلی اقلیمی و ویژگی‌های جغرافیایی منطقه

شهرستان خواف که روستای خرگرد در آن واقع شده است از لحاظ اقلیمی دارای آب و هوای خشک و کویری با تابستانه‌ای گرم و زمستان‌های سرد و نسبتاً خشک می‌باشد. در تحقیقی که کامیابی به‌منظور پهنه‌بندی اقلیمی استان خراسان رضوی انجام داده است، با توجه به شاخص‌های هر طبقه‌بندی، منطقه خواف را نیمه‌خشک معرفی کرده است (کامیابی، ۱۳۹۵). جدول زیر گونه های اقلیمی خواف را نشان می‌دهد.

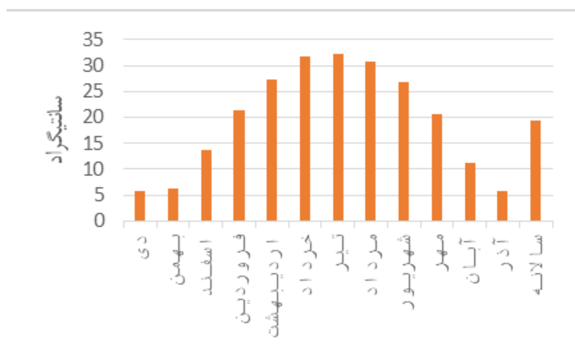
جدول ۱: گونه های اقلیم منطقه خواف در طبقه‌بندی‌های گوناگون اقلیمی (کامیابی، ۱۳۹۵: ۹۵)

سیستم طبقه‌بندی اقلیمی					
دمارتن	آمبرژه	کوپن	ایوانف	روش کریمی
خشک	خشک سرد	BWK	بیابانی	نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد

بر اساس اطلاعات اداره هواشناسی شهرستان خواف متوسط دمای ماهانه شهرستان نشان‌دهنده نوسان دمایی شدید در طول سال است که در نمودار متوسط درجه حرارت دما ماهانه در یک دوره ۵ ساله، قابل‌مشاهده است. نوسان دما در طول شبانه‌روز نیز در منطقه بسیار بالاست. اختلاف دمای روز و شب در ماه‌های گرم خیلی بیشتر از ماه‌های سرد است و این اختلاف تا پانزده درجه نیز ثبت شده است (تصویر ۱). در این شهرستان، تقریباً در شش ماه از سال یعنی ماه‌های مهر تا اسفند یخبندان به وقوع می‌پیوندد، اما حداکثر یخبندان‌ها در دی‌ماه بوده که متوسط سالانه ۵۷ روز می‌باشد و این وضع ناشی از دوری از دریا، شرایط کویری و فقر پوشش گیاهی در منطقه می‌باشد. (شعاع‌برآبادی، ۱۳۸۵: ۲۷). با توجه به نمودار متوسط بارش در منطقه خواف، بیشترین بارندگی در زمستان و اوایل بهار اتفاق می‌افتد. تابستان فصل خشکی است و پائیز نیز بارندگی ناچیز است (تصویر ۲).



تصویر ۱: نمودار بارش سالانه در منطقه خواف (URL1)



تصویر ۲: نمودار متوسط دمای ماهانه در طول سال (URL1)

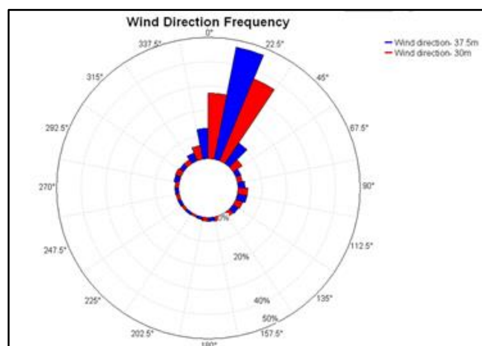
مهم‌ترین ویژگی منطقه خواف بادهای آن است که خواف را معروف به «شهری در دستان باد» کرده است. موقعیت قرارگیری این منطقه به‌گونه‌ای است که در برابر وزش بادهای مختلف که عموماً به نام محلی نام‌گذاری شده‌اند که ازآنجا می‌وزند، قرار دارد. قائمی و اصیلی در تحقیقی که به‌منظور شناسایی بادهای منطقه خواف انجام داده‌اند، اذعان می‌دارند که با توجه به گلباد منطقه، باد غالب در این منطقه گرایش به وزش از شمال و شمال شرق دارد (تصویر ۳) و سرعت باد در اواسط بهار تا شهریور شدت می‌یابد (قائمی و اصیلی، ۱۳۹۳: ۸). در ادامه با توجه به اهمیت بادها که عامل مهمی در جهت‌گیری بنا[۱] و شکل‌دهی به بادگیر آن است، به انواع بادهایی که در این منطقه می‌وزد اشاره می‌شود (تصویر ۴). کیفیت هرکدام از بادها به شرح زیر است: ۱. باد فراه: این باد در زمستان از سمت جنوب به شمال می‌وزد که ملایم و گرمازا است و موجب بارندگی می‌گردد. این باد هوای سرد زمستانی را به زمستانی ملایم تبدیل می‌کند. ۲. باد نیشابور: چون جهت وزش این باد از طرف نیشابوراست، بنابراین باد نیشابور خوانده می‌شود. وزش این باد برعکس باد فراه است، یعنی از سمت شمال به جنوب در زمستان می‌باشد که موجب سردی هوا و پراکندگی ابرها و بارندگی کم در منطقه می‌گردد. ۳. باد راست زمستانی: باد راست در فصل زمستان از مشرق به مغرب می‌وزد که نشانه بارندگی کم و خشکی است که در بین عوام به «باد دیکچه فروش» معروف بوده است. در برخی مناطق آن را باد سیاهباد یا باد کوه می‌نامند و این بدان علت است که از سمت کوه‌های لاج که در قسمت شرقی منطقه قرار دارد، می‌وزد (شعاع‌برآبادی، ۱۳۸۵). ۴. باد راست تابستانی: باد راست تابستانی که همان باد معروف ۱۲۰ روزه سیستان[۲] که در منطقه خراسان به باد لوار شهرت دارد، می‌باشد علاوه بر اینکه موجب تازگی و دفع گرمای طاقت‌فرسای منطقه می‌گردد، سبب گردیده است که در قدیم آسیاب‌های بادی فراوان در منطقه خواف مورد بهره‌برداری قرار گیرد.[۳] این باد هرسال تقریباً از خردادماه لغایت شهریور مناطق وسیعی ازجمله پهنه‌های هموار و ناهموار جنوب خراسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جهت آن از شمال شرق تا جنوب شرق است (ابراهیم‌بای، ۱۳۹۲: ۳۰).

---

۱. «باد یکی از پدیده‌های طبیعی مهمی به شمار می‌آید که در چگونگی شکل و ترکیب فضای معماری واحدهای مسکونی نقش داشته است. فضاهای معماری را در سرزمین‌های گوناگون به‌گونه‌ای طراحی و احداث می‌کردند که از یک‌سو فضاهای سکونتی از آسیب بادهای مزاحم و مضر دور باشند و از سوی دیگر بادهای مناسب را به درون فضا راه دهند تا موجب تهویه داخل بنا شوند» (سلطانزاده، ۱۳۹۰: ۷۵).

۲. چون مدت‌زمان وزیدن آن ۱۲۰ روز و شدت آن در دشت سیستان است، به باد ۱۲۰ روزه سیستان معروف است. در برخی مناطق به تف باد یا تش باد هم معروف است. اثرات منفی این باد عبارت‌اند از فرسایش خاک، ایجاد گردوغبار، حرکت ماسه‌های روان و ایجاد آلودگی. بااین‌وجود به دلیل تعدیل درجه حرارت تابستان براثر وزش این باد، می‌توان از این به‌عنوان نکته مثبت یاد نمود (حسین‌زاده، ۱۳۷۶: ۱۱۰).

۳. برای مطالعه بیشتر، ر.ک: (اکبری و محمدی، ۱۳۹٤).



تصویر ۳: دیاگرام گلباد منطقه خواف (قائمی و اصیلی، ۱۳۹۳: ۸)



تصویر ۴: انواع بادهای منطقه (مأخذ: نگارندگان)

از دیگر مباحث مهم وابسته به اقلیم می‌توان به مفهوم آسایش حرارتی اشاره نمود. محدوده آسایش حرارتی برای انسان، محدوده‌ای تعریف می‌شود که فرد در آن بدون استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی، احساس راحتی کند. با این تعریف وابستگی این محدوده به عناصر اقلیمی مشخص می‌شود. بنابراین برای تعیین محدوده آسایش در هر منطقه توجه به عناصر اقلیمی شاخص مانند دما، رطوبت نسبی، تابش و باد لازم است. با این توضیح کوتاه و با توجه به تحقیقات اندکی که در این زمینه در منطقه خواف انجام‌گرفته است، می‌توان نتایج زیر را عنوان نمود. با توجه به اقلیم منطقه، در کمتر ۲۰ درصد روزهای سال، منطقه خواف در محدوده آسایش قرار دارد[۱] (قانقرمه و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۴۰).

در فصل تابستان ماه‌های تیر و مرداد، منطقه در محدوده آسایش حرارتی وجود ندارد و برای رسیدن به این منطقه نیاز به کاهش آفتاب و وزش باد مناسب است. در شهریور شرایط آسایشی منطقه، اندکی به محدوده آسایش متمایل می‌شود و تا پایان مهرماه شرایط مطلوبیت نسبی دارد (محرر احمدی و گندمکار، ۱۳۹۱: ۱۰). زمستان‌های سرد و خشک، باعث شده از اواخر آذرماه تا اواخر بهمن‌ماه، منطقه از محدوده آسایش فاصله داشته باشد، اما با توجه به مطلوب شدن هوا و کاهش شدت بادهای سرمازا، شرایط مطلوبی فراهم می‌شود که تا پایان ماه اردیبهشت ادامه دارد و منطقه کم و بیش در محدوده آسایش باقی می‌ماند (رضایی و رضایی، ۱۳۹۳: ۲۰۵). با توجه به دارا بودن بیشترین روزهای آفتابی در استان و متعاقباً میزان بارش اندک (سازمان هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۸۴)، به نظر می‌رسد عنصر اقلیمی که برای رسیدن به منطقه آسایش باید موردتوجه ویژه قرار گیرد تابش است که در مواقع گرم سال به‌نوعی از شدت آن کاست و در مواقع سرد سال، کمبود آن را جبران نمود. عنصر دما نیز که کاملاً متأثر از تابش است، از عناصر اقلیمی است که تأثیر بسزایی در رسیدن به منطقه آسایش دارد. رطوبت نسبی منطقه خواف نیز به‌طور میانگین ۴۰ در صد است که جزو مناطق خشک استان محسوب می‌شود و از عوامل دور شدن از منطقه آسایش است و درنهایت عنصر باد است که همانطور که اشاره شد، با توجه به وضعیت جغرافیایی منطقه که پست و بدون ارتفاع می‌باشد (شعاع برآبادی، ۱۳۸۵)، از مؤلفه‌های مؤثر در تأمین آسایش حرارتی افراد است که در صورت شناخت و استفاده درست از بادها می‌توان در مواقع مقتضی به کاهش شرایط نامطلوب حرارتی کمک شایانی نمود.

ویژگی‌های معماری منطقه

منطقه خواف که روستای خرگرد در آن واقع شده است از مناطق قدیمی و تاریخی در خراسان محسوب می‌شود. خرگرد به معنی شهر بزرگ یا شهر آفتاب، از شهرهای آباد و مهم هرات به شمار می‌رفته است. یکی از دلایل اهمیت آن قرار گرفتن در مسیر قاین به هرات بود. این راه، مسیر تجاری خوبی برای فروش محصولات خرگرد که به دلیل وجود آب

۱. یکی از کاربردی‌ترین دیاگرام‌های بیوکلیمایی برای بررسی شرایط دمایی و رطوبتی هوا از نظر آسایش، دیاگرام اولگی هست که همچنان مورد استفاده محققان است. در این دیاگرام با استفاده از داده‌های اقلیمی میانگین چهارعنصر دما، رطوبت نسبی، تابش و باد، محدوده آسایش حرارتی برای هر عرض جغرافیایی تعیین می‌شود. برای مطالعه بیشتر، ر.ک: (قانقرمه و همکاران، ۱۳۹۷).

دارای باغ‌ها و چهارپایان بسیار بود، محسوب می‌شده است. در دوره تیموریان، این شهر از هرات جدا و به ولایت خواف پیوست. روند رو به رشد این شهر تا سده نهم ادامه داشته که باعث ساخت دو مدرسه بزرگ (نظامیه و غیاثیه) در این شهر شده بود (ابراهیم‌پای، ۱۳۹۲: ۴۴). به‌طورکلی معماری و شهرسازی در مناطق گرم و خشک به‌گونه‌ای می‌باشند که انرژي خورشیدي کمی دریافت کنند. گذرگاه‌های شهري، سایبان‌ها و ایوان‌های سرپوشیده وسیع براي ایجاد سایه دارند (قبادیان، ۱۳۷۷: ۷۰). جهت معابر و گذرهاي شهري شرقی و غربی می‌باشد که باعث می‌شود انرژي خورشیدي کمتري دریافت کنند. بافت شهري پیوسته، فشرده، متراکم و معابر تنگ، از تابش مستقیم یا چندجانبه آفتاب به بناها جلوگیري می‌کند (اذاتی و برجیس، ۱۳۸۶: ۲).

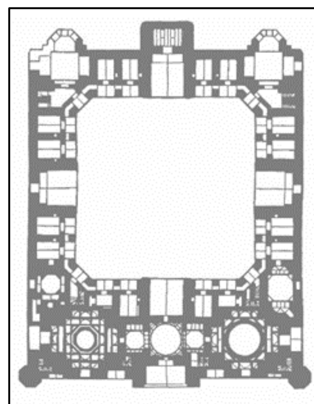
یکی از ویژگی‌های مهم بناهای این منطقه، درون‌گرایی آن‌ها است که به تأثیر از اقلیم منطقه است. این امر سبب شده فضاها، در یک یا چهار سمت حیاط مرکزی شکل بگیرند و حیاط تنهاترین و یا مهم‌ترین فضا برای تأمین نور، تهویه، ارتباط درونی و برخی کارکردهای دیگر برای خانه باشد. جای گرفتن فضاهای ساخته شده در پیرامون آن، بهویژه در خانه‌های بزرگ و بسته شدن آن‌ها در چهار سمت با اتاق‌ها یا دیوار، سبب نام گرفتن این فضا به حیاط مرکزی شده است (سلطانزاده، ۱۳۹۰: ۸۲). حیاط علاوه بر این‌که از لحاظ اجتماعی شرایطی را برای راحتی و آسایش خانواده ایجاد می‌کرد، از لحاظ اقلیمی نیز کارکرد مهمی داشت و با عملکرد مناسب خود، شرایط آسایش حرارتی ساکنان را فراهم می‌نمود (زارعی و میردهقان، ۱۳۹۵: ٦). بناهای این منطقه دارای ورودی با سردر که فاقد هرگونه پوششی بوده است می‌باشند. نمای آن‌ها عموماً کاهگلی و در بعضی نقاط آجری می‌باشد. به‌طورکلی مصالح استفاده‌شده در بناهای این منطقه کاه‌گل، آجر و چوب است. سقف‌ها اکثراً طاق آهنگ است. خانه‌ها دوطبقه است و در طبقه همکف هیچ روزنه یا پنجره‌ای دیده نمی‌شود. پنجره‌ها در طبقه دوم است که به کوچه باز می‌شود (شعاع‌برآبادی، ۱۳۸۵: ۸۲). از دیگر عناصر مهم معماری در بناهای این مناطق خشک و گرم، بادگیر است. شاهکاری که آسایش حرارتی افراد را در تابستان گرم و بی‌بارش در این اقلیم، فراهم می‌آورد. ارتفاع این بادگیرها در مناطق گرم و خشک بلندتر از دیگر مناطق است. چراکه در این مناطق بادهای خنک‌تر و با سرعت بالاتر از ارتفاع بالاتر می‌وزند (روبیاتی و فروزانفر، ۱۳۹٦: ۱۲).

شناخت اجمالی مدرسه غیاثیه خرگرد

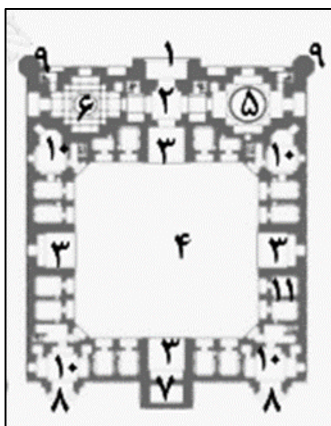
مدرسه غیاثیه خرگرد از بناهای مهم دوره تیموری در استان خراسان است. این بنا در ۸۴۸ق به دستور غیاث‌الدین پیر احمد خوافی وزیر سلطان شاهرخ تیموری و به دست هنرمندان مشهور آن زمان یعنی استاد قوام‌الدین و غیاث‌الدین شیرازی[1] بنا گشت. این مدرسه به شیوه چهار ایوانی ساخته شده است (تصاویر ٦-٥). مدرسه دارای یک ورودی اصلی با سردری رفیع در میان ضلع شمال شرقی است که قاعده و ارتفاع آن از سطح نما بیرون زده و با تزئینات کاشی آبی و سفید یادآور سلیقه تیموری در نماهای پرشکوه است (قیومی، ۱۳۷۷: ۸۸). سردرد ورودی به یک هشتی مربع در داخل می‌رسد که یک طبقه ارتفاع و سقف کاربندی دارد و مستقیماً به ایوان و صحن راه می‌یابد. دهانه‌های دو طرف دیگر به هشتی به تالارهای گنبددار پشت نمای مدرسه منتهی می‌شوند (ویلبر و گلمبک، ۱۳۷۴: ۴۴۹). این اتاق‌ها چلیپا شکل هستند که یکی از آن‌ها به‌عنوان مدرَس بوده و توسط طاقی زیبا با به‌کارگیری گریو پنجره دار پوشیده شده است. اتاقی که در سمت راست ورودی قرار دارد، دارای محراب است و به‌عنوان مسجد شناخته می‌شود (خزایی، ۱۳۸۸: ۷۱). حیاط مدرسه مربع گوشه شکل است و زوایاي آن در گوشه‌ها پخ شده است. در پخی‌ها، دهانه‌هایی به‌سوی پلکان طبقه بالا ساخته شده است. در هر ضلع حیاط، چهار حجره مسکونی در دوطبقه وجود دارد، هر حجره انباري و لوله بادگیر جهت تهویه دارد (اوکین، ۱۳۸٦: ۳۸۴). در گوشه‌های صحن داخلی هشت اتاق گنبددار در هر طبقه چهار اتاق، با ابعادی بزرگ‌تر از حجره‌ها، قرارگرفته که مستقیم به میان سرا راه ندارند (تصویر ۷). چهار برج تزیینی در هر گوشه بنا قرارگرفته است که ازاین‌بین، دو برج واقع در دو

۱. در ۸۴۱ق قوام‌الدین فوت کرد و این عمارت هنوز به اتمام نرسیده بود. طبق کتیبه آن به دست غیاث‌الدین که برخی می‌گویند پسر و برخی می‌گویند از اقوام قوام‌الدین بود، به سال ۸۴۷ق پایان پذیرفته است (گلمبک و ویلبر، ۱۳۷۴: ۴۴۸).

انتهای جبهه ورودی، توپر بوده و دوتای واقع در جبهه جنوب غربی، قابل‌دسترس و متصل به اتاق‌های گنبددار هستند. ایوان‌ها بر روی دو محور تقارن طرح قرارگرفته‌اند و با بیرون‌زدگی از لبه نما، باعث شکست خط آسمان در پیرامون میان سرا و جلوگیری از یکنواختی طرح و ایجاد تنوع شده است. به‌زعم پیرنیا این ساختمان زیباترین مدرسه است و از دید دقت و تنوع در نقشه و آمود سرآمد تمامی مدارس ایران محسوب می‌شود. نهاز و نخیرها در تهرنگ آن بسیار باندام بوده و کاربندی‌ها و پتکانه‌ها و چفد آویزهای (مقرنس) آن شگفت‌آور هستند (پیرنیا، ۱۳۸۷: ۲۵۱) (جدول ۲).

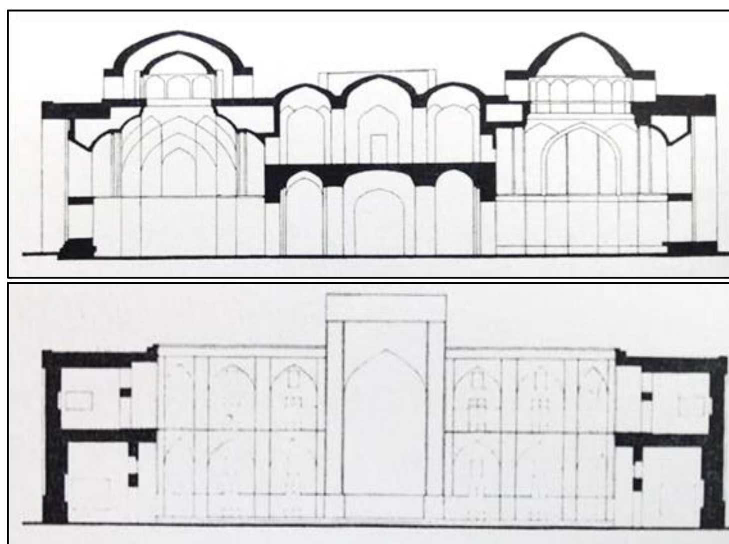


تصویر ۵: پلان طبقه همکف مدرسه غیاثیه (طاهری‌مقدم و کاظم نژاد، ۱۳۹۶: ۳۷)



تصویر ۶: پلان طبقه اول مدرسه غیاثیه (طاهری‌مقدم و کاظم نژاد، ۱۳۹۶: ۳۷)

: ورودی اصلی ۲: هشتی ۳: ایوان‌ها- پیرامون حیاط داخلی ۴: میان سرا ۵: مدرس ۶: مسجد ۷: بادگیر
۸: برج تزئینی-جبهه جنوبی ۹: برج تزئینی-جبهه شمالی ۱۰: اتاق‌های گنبد دار ۱۱: حجره



تصویر ۷: برش طولی و عرضی از مدرسه غیاثیه خرگرد (استوار و موسی زاده، ۱۳۹۳: ۱۶)

جدول ۲: عناصر معماری مدرسه غیاثیه (مأخذ: نگارندگان با اقتباس از خانی و دیگران، ۱۳۹۱)

عناصر معماری		مدرسه غیاثیه خرگرد	تصاویر
هندسه		مستطیل	
همجواری		منفرد	
تناسبات		دوطبقه- چهار ایوانی	
حجرات	نماسازی	به‌صورت جفت در هر چهار طرف حیاط (حجره‌های بالایی کوچک‌تر) کشیدگی عمودی جرزها در ارتفاع بدون قطع خطوط افقی	
	دسترسی	مستقیم از میانسرا در طبقه پائین/ از طریق پلکان گوشه‌های حیاط و از طریق راهرو در ایوانچه‌ها	
عناصر ورودی	سردر ورودی	بیرون زده از سطح نما	
	تعداد ورودی	ورودی اصلی در ضلع شمال شرق، دو ورودی فرعی	
	ساختار هشتی	مربع شکل	
	چگونگی ارتباط	دسترسی مستقیم به ایوان، میانسرا و تالارها	
میانسرا	ساختار فضایی	مستطیلی با گوشه‌های پخ	

	نماسازی	دارای چهار ایوان داخلی بیرون زده از نما	
	همسازی با طبیعت	بادگیر-سایه‌اندازی ایوانچه‌ها، عمق مناسب ایوان‌ها	
مسجد و مدرس	پلان	مربع	
	موقعیت قرارگیری	در جبهه شمالی و جبهه جنوبی	مدرس مسجد

شناسایی تأثیر اقلیم بر بنای مدرسه غیاثیه

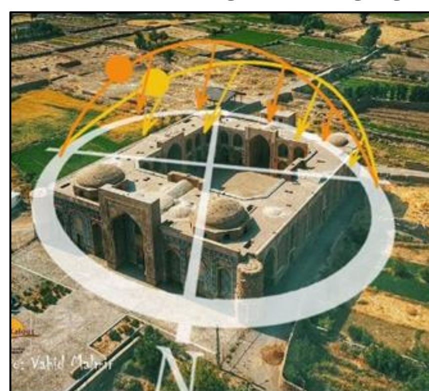
در این منطقه با اقلیم گرم و خشک، پرهیز از سرمای زمستان و گرمای تابستان‌که به‌طور نسبی در یک‌سوم سال اتفاق می‌افتد، اهمیت زیادی دارد. بنابراین باید تبادل حرارت را از طریق جدار ساختمان به حداقل ممکن رسانده شود و از تابش آفتاب در مواقع سرد و جریان خنک بادهای مطبوع در مواقع گرم سال حداکثر استفاده به عمل آید (شعاع‌برآبادی، ۱۳۸۵: ۵۶). همان‌گونه که ذکر شد باد نامناسب، سیاه باد است که از شرق به غرب می‌وزد. باد فراه نیز در زمستان از سمت جنوب به شمال می‌وزد و باران‌آور است و می‌تواند زمستان سرد را به زمستانی ملایم تبدیل کند و از آن جهت نسبتاً مطلوب است. در تابستان بادهای ۱۲۰ روزه سیستان است که دفع گرما را به همراه دارد و از سمت شمال شرق به جنوب شرق می‌وزد. در ادامه با توجه مباحث مطرح‌شده در قسمت مبانی نظری، معماری بنای غیاثیه خرگرد به‌منظور سنجش میزان تأثیر کالبد فضایی آن از اقلیم منطقه، موردبررسی قرار می‌گیرد.

جهت‌گیری بنا

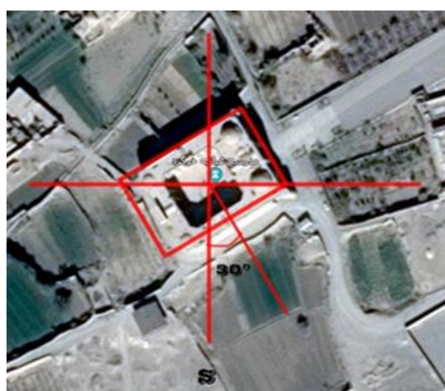
با توجه به نظریه پیرنیا[۱] و شرایط اقلیمی منطقه خواف، جهت‌گیری بناها بر مبنای رون راسته می‌باشد. جهت بنا باید به‌گونه‌ای باشد که از تابش آزاردهنده آفتاب در تابستان درامان باشد و درعین‌حال در زمستان بتواند از گرمای مطلوب تابش آفتاب بهره برد. علاوه بر این، جهت بادها نیز در سوبابی بنا مؤثر است. با بررسی مجموع این عوامل، رون مدرسه غیاثیه خرگرد در راستای شمال شرقی-جنوب غربی بهترین جهت‌گیری بوده و کشیدگی در این راستا باعث می‌شود علاوه بر بهره‌گیری از میزان مطلوب تابش آفتاب و

۱. یکی از ویژگی‌های مهم مربوط به شهرسازی سنتی ایران، شیوه جهت‌یابی و فضایی بناها می‌باشد که به آن در اصطلاح سنتی رون می‌گویند. پیرنیا معتقد است رون عبارت است از جهت‌گیری ساختمان با توجه به شرایط اقلیمی یعنی تابش آفتاب و باد و بر این باور او سه رون برای بناهای سنتی ایرانی تعریف می‌کند. منظور از رون راسته جهتی تقریباً در جهت قبله، به‌صورت شمال شرقی-جنوب غربی می‌باشد. (معماریان، ۱۳۸۶: ۱۳۵) برای مطالعه بیشتر، ر.ک: (هوشیاری و پورنادری، ۱۳۹۵).

پناه در برابر تابش آزاردهنده، به بهترین نحو از باد مناسب جهت کاهش وضعیت سخت اقلیمی استفاده کرد. کسمایی در کتاب خود جهت مطلوب بنا در اقلیم گرم و خشک را شرقی غربی با چرخش ۲۵ تا ۳۵ درجه به سمت جنوب شرقی می‌داند (کسمایی، ۱۳۸۹: ۹۶). کامیابی نیز در مقاله خود که به بررسی بهترین وضعیت بنا منطبق بر اقلیم این مناطق پرداخته است، بهترین جهت کالبد ساختمان را کشیدگی شرقی غربی با چرخش ۳۰ درجه به سمت جنوب شرقی معرفی می‌کند (کامیابی، ۱۳۹۵: ۱۰۰). با توجه به تصاویر ۹-۸ می‌توان مشاهده کرد که جهت بنای مدرسه کاملاً بر مبنای این دو مطالعه نیز استوار است. با توجه به وجود حیاط مرکزی، بخش شمالی بنا که رو به سمت جنوب است به‌عنوان بخش آفتاب‌گیر قلمداد می‌شود که این چرخش ۳۰ درجه باعث می‌شود در زمستان مدت‌زمان بیشتری از آفتاب بهره‌مند شود و در تابستان نیز بخش جنوبی که رو به جبهه شمالی است مدت‌زمان بیشتری در سایه باشد.



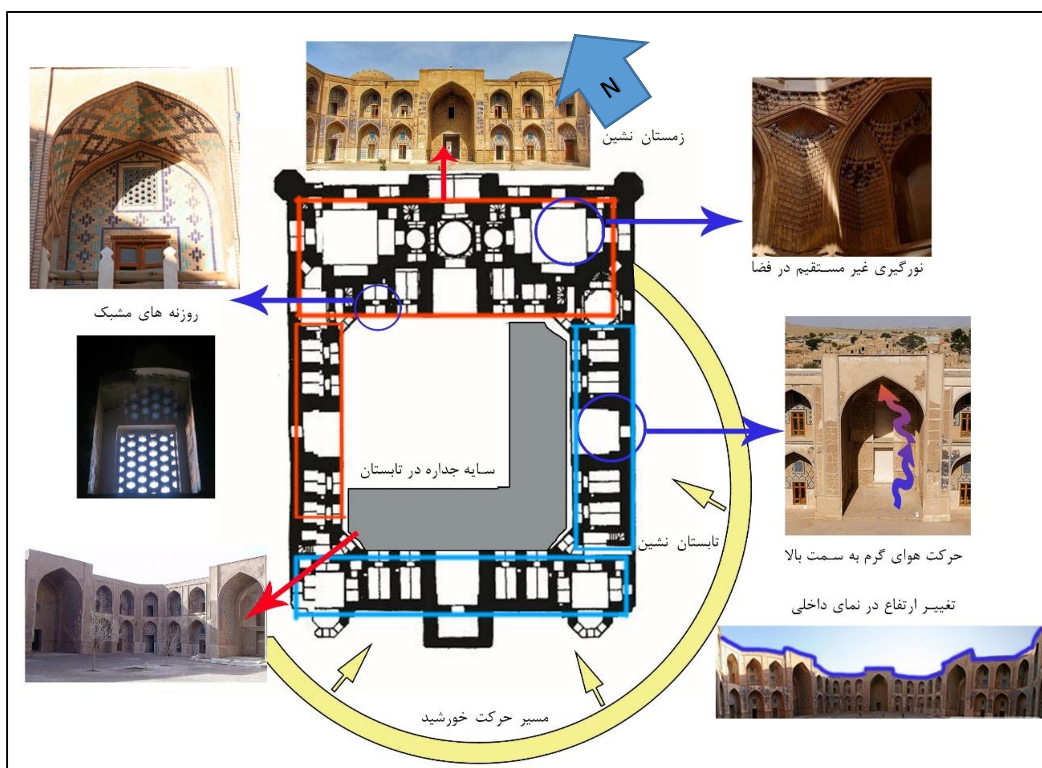
تصویر ۸: نمودار حرکت خورشید در تابستان و زمستان



تصویر ۹: زاویه چرخش مدرسه غیاثیه نسبت به جنوب

درونگرایی

با توجه به قرارگیری ایران در نیمکره شمالی، بهترین جهت استفاده از تابش آفتاب رو به جنوب است، اما این مسئله در مورد بناهایی با حیاط مرکزی مانند مدرسه غیاثیه خرگرد به‌آسانی قابل‌تعیین نیست. با توجه به ویژگی درونگرایی این بنا و بهره‌گیری از فضای باز در میان آن، دیگر نمای خارجی اهمیتی ندارد و بخش شمالی در حیاط مرکزی که رو به جنوب قرار می‌گیرد، مهم‌ترین بخش بنا محسوب شده و آفتاب‌گیر می‌باشد. بنابراین آرایش فضایی اندام‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که بخش شمالی بنا که بدان زمستان نشین می‌گویند، با توجه به زاویه تابش آفتاب در زمستان، بتواند از آن بهره کافی ببرد و بخش جنوبی خانه در پناه تابش آفتاب در تابستان باشد که لفظ تابستان نشین از آن جهت بدان اطلاق می‌شود. در جبهه شمالی مدرسه غیاثیه خرگرد فضاهای اصلی بنا قرار دارد. این فضاها به‌واسطه مکان‌یابی داخلی‌شان که در پناه جداره سترگ و سردر بزرگ ورودی می‌باشند، علاوه بر آن‌که در زمستان از بادهای نامطلوب در امان هستند، به جهت قرارگیری رو به جنوب، از تابش آفتاب مایل زمستانی نیز بهره می‌برند. همچنین روزنه‌های گریو گنبدهای مدرَس و مسجد امکان نفوذ نور متمایل زمستانی را فراهم می‌آورد. در تابستان که شدت تابش آفتاب از سمت جنوب و جنوب غربی بسیار زیاد است، ایوان رو به حیاط جبهه شمالی، پلکان دسترسی طبقه بالا و ایوان‌های جلوی حجره‌ها، مانع از نفوذ مستقیم تابش به اندام‌های اصلی بنا می‌شوند. این آرایش فضایی مصونیت در برابر باد نسبتاً نامطلوب جنوبی را نیز به همراه دارد (تصویر ۱۰).



تصویر ۱۰: تأثیر تابش بر ساخت کالبد مدرسه غیاثیه

ساختار میانسرا

مردم کویر همواره در پی غلبه بر شرایط سخت آب و هوایی محل زندگی خود بوده‌اند و راهکارهای گوناگونی برای غلبه بر آن به کار بسته‌اند. اندیشه درون‌گرایی و حضور فضای باز در میان بنا شاید بهترین پاسخ به این مشکلات بوده است. «حیاط مرکزی فضای مناسبی برای ایجاد خرد اقلیم فراهم می‌آورد که هم باعث تعدیل تابش در ماه‌های گرم شده و هم در مواقع وزش باد شدید، فضای آرام‌تری در حیاط ایجاد می‌کند» (زارعی و میردهقان، ۱۳۹۵: ۱۷). حیاط مرکزی با امکان ساخت فضا در چهار جهت آن، تأمین‌کننده شرایط آسایش انسانی است چراکه می‌توان از اتاق‌های رو به آفتاب (رو به جنوب) در زمستان و اتاق‌های پشت به آفتاب (رو به شمال) در تابستان بهره برد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۵). سازماندهی فضاهای مختلف با توجه به عوامل مؤثر در آن، یکی از بااهمیت‌ترین عملکردهای حیاط در طراحی خانه بوده است. با توجه به تأثیر گردش خورشید بر جبهه‌های مختلف خانه، سازندگان آن هر جبهه را به فصل و ساعتی اختصاص داده‌اند (معماریان، ۱۳۸۶: ۱۰). میانسرای مدرسه غیاثیه خرگرد نیز به‌خوبی توانسته شرایط اقلیمی خارج از بنا را در درون متعادل سازد. صحن مدرسه به‌صورت مستطیل با ابعاد ۲۲ در ۲۸ است که ضلع بلند آن در راستای شمال شرقی –جنوب غربی است که با توجه به جهت تابش آفتاب و وزش بادهای نامطلوب بهترین وضعیت را دارد. سردر بلند و جداره‌های مرتفع بنا تا حد امکان جلوی بادهای نامطلوب را می‌گیرند و پس از آن، ابعاد میانسرا از شدت وزش بادها در درون بنا می‌کاهد. جبهه اصلی نمای داخلی مدرسه غیاثیه رو به سمت شمال شرق است. ایوان‌های بزرگ در هر چهار جهت نمای داخلی، باعث می‌شود که روند نسبتاً مشابه نمای حجره‌ها و ایوانچه‌های مقابل آن‌ها شکسته شود. این تغییر ریتم نمای داخلی به‌علاوه دوطبقه بودن بنا، باعث سایه‌اندازی همیشگی بر قسمتی از میانسرا می‌شود که تفاوت دمایی را در درون صحن ایجاد می‌کند. ترکیب مساحت میانسرا متناسب با ارتفاع جداره داخلی حیاط باعث می‌شود نفوذ نور مایل آفتاب در زمستان نشین (جبهه شمال شرق) میسر شود. با توجه به ارتفاع جبهه داخلی جنوب غرب بنا، در تابستان تابش آزاردهنده آفتاب بدان نفوذی ندارد. عمق ایوان این جبهه نیز بیشتر است و در تابستان به‌خوبی از طریق میانسرا تهویه مناسب امکان می‌پذیرد. دو اتاق گنبددار که به‌عنوان مدرس استفاده می‌شده است، نیز در این بخش قرار دارد که باواسطه، از

طریق ایوانچه‌ای رو به میانسرا نور و تهویه آن‌ها تأمین می‌شود. با توجه به حضور همیشگی آب و گیاه در حیاط مرکزی به‌عنوان عناصر کاهنده شرایط سخت این اقلیم در سرزمین ایران، به نظر می‌رسد میانسرای مدرسه غیاثیه خرگرد نیز باید از این عناصر برخوردار بوده باشد، اما در اسناد تاریخی مطلبی در این مورد ذکر نشده است و میانسرای مدرسه در وضعیت کنونی فاقد این عناصر است.

ابعاد و فرم بازشوها

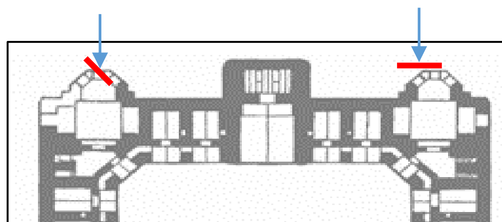
یکی از ویژگی‌های مهم در تأمین آسایش حرارتی در چنین منطقه‌ای، توجه ویژه به بازشوها و دریچه‌های ورود و خروج هوا است که تهویه مناسب و قابل‌کنترل و درنهایت آسایش حرارتی را به دنبال خواهد داشت. به‌طورکلی در مدرسه غیاثیه چندگونه بازشو و دریچه برای عبور هوا دیده می‌شود. از مهم‌ترین بازشوها که برای رفت‌وآمد اصلی به داخل حجرات منظور شده است، درهای مستطیل شکل دو لت، به ابعاد تقربی ۱,۸۰ در ۹۰ سانتی‌متر می‌باشد که مصالح آن‌ها متشکل از شیشه و چوب است. این بازشوها در ترکیب با دریچه‌های مشبک که در قسمت بالای درب تعبیه‌شده‌اند، بیشترین نقش را در تهویه هوای داخل داشته‌اند. اگرچه مساحت حجرات در طبقه بالا و پائین باهم متفاوت است، - و حجرات دور تا دور حیاط مرکزی چیدمان یافته‌اند و شرایط متفاوتی را در طول سال تجربه خواهند کرد - اما در ابعاد این بازشوها تغییر مشاهده نمی‌شود. بر این مبنا بر میزان بادی که در زمستان بر حجره‌های رو باد نامطلوب (حجرات شمال شرق و جنوب شرق) نیز کنترلی نیست و از طریق همین دریچه‌ها می‌تواند وارد فضا شود. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت این بازشوها و دریچه‌های مشبک از نظر ابعاد و تناسبات و محل قرارگیری، از ویژگی‌های اقلیمی تأثیر چندان نپذیرفته است، اما از لحاظ فرم و نوع مصالح مورد استفاده، کاملاً منطبق بر شرایط اقلیم و بوم منطقه می‌باشند. دریچه‌های مشبک آبی‌رنگ، در مواقع گرم سال باعث کاهش گرما از طریق سایه‌اندازی می‌شوند و تعبیه آن‌ها در بالای درها باعث می‌شود پس از مدت کوتاهی از تابش آفتاب، در سایه طاق‌نماهای ایوانچه جلوی حجرات، قرار گرفته و بر این اساس تنها نور وارد فضا می‌شود (تصویر ۱۱). برای خروج هوایی که در تابستان داخل حجره می‌شود کانال‌هایی تعبیه شده است که داخل دیوار قرار داشته و تا بام می‌رود (تصویر ۱۲).

از دیگر بازشوها که وضعیت کنونی آن‌ها دریچه‌هایی باز، برای عبور هوا و نور هستند، بازشوهای گریو گنبد در اتاق‌های بزرگ مدرسه (مدرس‌ها و مسجد) می‌باشند. به نظر می‌رسد این پنجره‌ها علاوه بر تأمین نور کافی در طول روز، بیشتر در دفع هوای گرم با ایجاد چرخش در مسیر باد، مؤثر بوده‌اند، چراکه هوای گرم وقتی وارد فضا می‌شود به سمت بالا حرکت کرده و در فضای زیر گنبد محبوس می‌شود. وجود روزنه‌ها بر بدنه گریو گنبد یا بادخان در رأس گنبد، به خروج هوای گرم و همزمان مکش بیشتر، کمک می‌کند (فولادی و همکاران، ۱۳۹۵: ۹۰). همچنین با توجه به پلان قرارگیری تالارهای مدرس و مسجد، تعبیه این بازشوها در گریو گنبد، چرخش مناسبی از هوا در فضاهای مابینی را ایجاد می‌نموده است. با توجه به وزش باد نامطلوب در زمستان از شرق و شمال، بازشوهایی که در مسیر باد قرار می‌گرفتند، بسته می‌مانند تا اجازه عبور باد به داخل را ندهند. در تابستان و در شرایطی که باد عمود بر بازشوها بوزد، باز کردن بازشو و داخل شدن هوا به فضای مدرس و مسجد، عملکردی شبیه بادگیر را ایفا می‌کرده است. در بدنه شرقی مدرسه که به مدرس‌ها متصل هستند نیز، بازشوهایی تعبیه شده است. این بازشوها رو بر باد مطلوب در تابستان می‌وزد، می‌باشند. با توجه به شکل نیم هشت‌ضلعی این قسمت از بدنه، این امکان فراهم می‌آید که باد هم به‌صورت عمود و هم مایل به بازشوها بوزد. این نوع ورود هوا با توجه به قوانین فیزیکی چرخش هوا در فضا[1]، می‌تواند مدل‌های مختلفی از تهویه را در مدرس‌ها به وجود آورد که درنهایت آسایش حرارتی کاربران را به همراه داشته است (تصویر ۱۳).

۱. هنگامی‌که باد به بنا می‌وزد، دیوارهای مقابل باد تحت‌فشار مثبت و دیوارهای پشت به باد، تحت‌فشار منفی یا مکش قرار می‌گیرند. بنا بر اصل دینامیکی، هوا از منطقه فشار به منطقه مکش جریان می‌یابد. وقتی بر سطح پنجره عمود بوزد، بدون تغییر جهت خارج می‌شود، اما اگر مایل بوزد، هوا پس ورود، به دنبال خروجی در فضا جریان می‌یابد. بدین گونه انواعی از جریان هوا را در داخل شاهد خواهیم بود. (اسماعیلی، ۱۳۹۵: ۱۱۶)


تصویر ۱۱: نمای داخلی روزنه‌های مشبک حجرات


تصویر ۱۲: دریچه تهویه هوا در حجرات


تصویر ۱۳: نحوه انطباق مسیر حرکت باد با زاویه پنجره در مدرس‌های جنوبی مدرسه

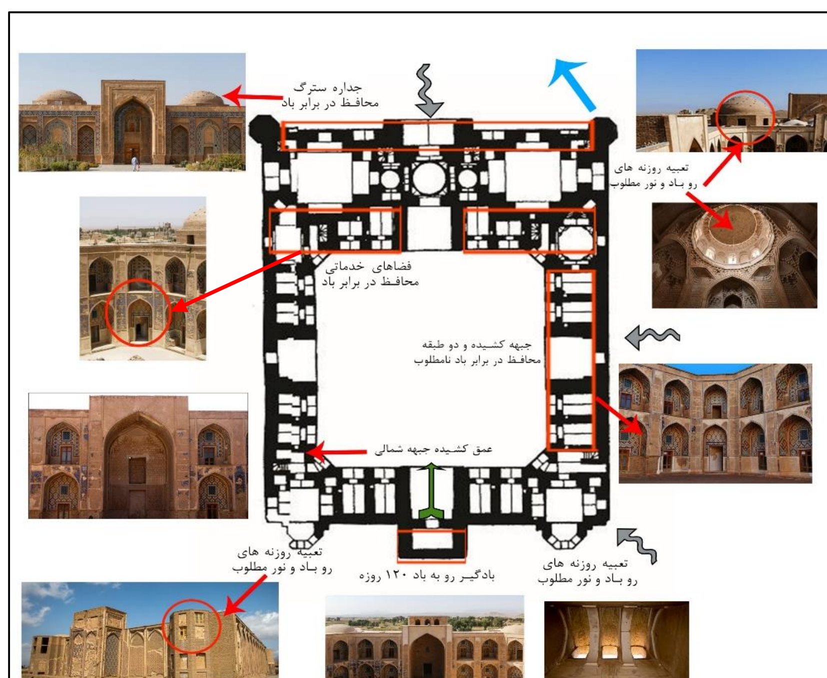
مکان‌یابی حجرات

حجره‌های مدرسه که فضای اقامتی طلاب محسوب می‌شده‌اند، دور تا دور میانسرا گسترده شده‌اند. شانزده حجره به‌صورت جفت در دو طرف هر ایوان، به ایوانچه‌های کوچکی مجهز شده‌اند. دسترسی به حجره‌های بالا که مساحت کمتری دارند، از طریق پلکان چهارگوشه بنا و ایوانچه‌های مرتبط به هم تأمین می‌شود (ویلبر و گلمبک، ۱۳۷۴: ۴۴۹). این راهرو طبقه بالا در پناه سایه سقف طاقی ایوانچه‌ها است. با توجه به گستردگی مدرسه، حضور حجره‌ها در هر چهار سوی میانسرا اجتناب‌ناپذیر بوده است، اما سعی بر آن شده با تعبیه تمهیداتی حتی‌المقدور تمامی آن‌ها از شرایط آسایش یکسانی برخوردار باشند. به‌عنوان‌مثال حجره‌های طبقه بالا نسبت به پائین عقب‌تر نشسته‌اند و امکان ایجاد فضای پیش ورودی (ایوانچه‌ها) را فراهم آورده‌اند. این کار باعث می‌شود فردی که در راهرو حرکت می‌کند و افرادی که داخل اتاق سکونت دارند، از گزند تابش آفتاب و وزش باد و گرد وغبار به سبب عقب نشستگی در امان باشند. روزنه‌های مشبک بالای در ورودی هر حجره نیز، علاوه بر رنگ آن‌که از شدت بازتابش خورشید می‌کاهد، در درون نیز ایجاد سایه و روشن کرده که علاوه بر تأمین نور، تهویه مناسب را نیز به همراه دارد. همچنین همانطور که پیشتر اشاره شد در هر حجره کانالی چهارگوش تعبیه شده که احتمالاً در زمستان به‌عنوان دودکش و در تابستان به‌عنوان تهویه کننده هوا استفاده می‌شده است (اوکین، ۱۳۸۶: ۳۸۴) این کانال‌ها در درون دیوار تا روی بام مدرسه امتداد دارد و به‌اندازه ۵۰ سانتیمتر بر روی بام بیرون زده‌اند که نظر اوکین را به‌نوعی تائید می‌کنند. (تصویر ۱۲).

پوشش طاق و گنبد سقف‌ها

پوشش‌های گنبدی در ایران پیشینه دیرینه دارد. برخی معتقدند کمبود چوب‌ها استوار و کشیده که در حقیقت عنصر اصلی پوشش تخت است، سبب گردید که معماران ایرانی از پوشش‌های منحنی و گنبد به‌عنوان نوع پوشش آسمانه استفاده نمایند (هاشمی و دیگران، ۱۳۹۵: ۱۶۰). به نظر می‌رسد مهم‌ترین علت استفاده از پوشش‌های گنبدی، استحکام در برابر بارهایی که به‌واسطه عوامل طبیعی بر آن وارد می‌شود، مانند باد و زلزله بوده چراکه فرم ویژه گنبد باعث می‌شود کمترین تنش کششی در آن‌ها به وجود آید. با توجه به مصالح اصلی ایران (خشت و آجر) که مقاومت فشاری خوبی دارند، استفاده از این نوع سقف توجیه‌پذیر می‌نماید. استفاده از نوع بام در مناطق گرم و خشک چندین امتیاز دارد؛ تهویه عمودی به دلیل ایجاد ارتفاع زیاد (از کف تا زیر سقف)، ایجاد سایه در یک‌سوی گنبد به‌واسطه شکل قوسی آن، هدایت آب باران، وزش باد بر سطح محدب که فرسایش و تخریب کمتری به همراه دارد، امکان نورگیری و تهویه از طریق دریچه‌های تعبیه شده بر بدنه یا گریو گنبد و درنهایت فضای زیرین وسیعی را می‌تواند پوشش دهد که در طراحی

معماری آزادی عمل بیشتری می‌دهد (مجیدی و فردین‌مهر، ۱۳۹۲: ۳۱). با توجه به این موارد، پوشش‌های منحنی و گنبدی سقف‌های مدرسه غیاثیه خرگرد به‌روشنی بیانگر تأثیر اقلیم در انتخاب این نوع پوشش بوده است. علاوه بر تأثیر کاربری فضا در انتخاب نوع پوشش گنبدی، این نوع سازه سقف بهترین پاسخ در مقابل شرایط سخت اقلیمی در بیرون بنا بوده است. به‌عنوان‌مثال گنبد دو تالار اصلی در قسمت ورودی (مدرَس و مسجد) بلندتر از بقیه فضاها است که این ارتفاع متناسب با ابعاد فضا و ظرفیت جمعیتی است که در این مکان جمع می‌شدند. چراکه هوای گرم به سمت بالا صعود می‌کند و هوای خنک‌تر جایگزین آن می‌شود و این ارتفاع باعث صعود هوای گرم به ارتفاعی دور از قد انسان شده، آسایش حرارتی او را در موقع قرارگیری در این فضا به همراه داشته باشد. تعبیه نورگیرهایی در گریو گنبدها جهت خروج هوای گرم و به وجود آمدن جریان طبیعی هوا، طرحی هوشمندانه در راستای تهویه مناسب این فضا بوده است (تصویر ۱۴).



تصویر ۱۴: تأثیر مسیر وزش بادها بر ساخت کالبد مدرسه غیاثیه

بادگیر

بادگیر به‌عنوان سازه‌ای مؤثر در تهویه طبیعی، نمونه بارز تأثیر اقلیم بر مدرسه غیاثیه به شمار می‌رود. به گفته اوکین مدرسه غیاثیه خرگرد تنها نمونه باقیمانده از معماری قرن هشتم هجری در خراسان است که دارای بادگیر است (اوکین، ۱۳۸۶: ۳۸۴). این سازه ساده ولی کارآمد به‌عنوان پدیده‌ای خاص در معماری سنتی مناطق گرم و خشک و گرم و مرطوب ایران دارای سابقه تاریخی کهن بوده و اشکال مختلفی دارد که تفاوت در نوع و شکل آن را اقلیم هر منطقه بویژه جهت وزش باد تعیین می‌کند[1] (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۵۹). بادگیر با هدایت جریان باد و بهره‌گیری از انرژی پاک طبیعت، در تعدیل دما و رسانیدن دمای فضای سکونتی به دمای در حد آسایش انسان نقش مؤثری داشته است (مفیدی و محمودی، ۱۳۹۰: ۸۴). محل قرارگیری بادگیرها با توجه به تابستان نشین تعیین می‌شود و بنابراین عموماً در قسمت جنوب بناها جای می‌گیرد. در بناهای چهارفصل که دارای حیاط مرکزی هستند، معمولاً بادگیر را در قسمت تابستان نشین ساختمان احداث می‌کنند و این بادگیر به اتاق یا تالار اصلی مرتبط می‌باشد (قبادیان، ۱۳۷۷: ۲۱). بادگیرهای یک‌طرفه عموماً کوتاه هستند و آن‌ها را نمی‌توان در محیطی که دارای گرد و غبار نسبتاً زیادی است مرتفع ساخت. همچنین اجباراً این بادگیرها را پشت به باد همراه با گرد و غبار

۱. برای مطالعه بیشتر، ر.ک: (بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷).

و تنها ازیک‌طرف در جهت باد مطلوب می‌سازند (اذاتی و برجیس، ۱۳۸٦: ٦). این اتفاق در مورد بادگیر مدرسه غیاثیه نیز صدق می‌کند. بادگیر مدرسه کوتاه، پهن و مستطیل شکل است. این بادگیر در قسمت ایوان جنوبی (در جبهه جنوب غربی بنا) قرار دارد. جهت دهانه‌های آن به سمت شمال شرق و در جهت باد مطلوب ۱۲۰ روزه می‌باشد. بادگیر در درون دارای تیغه‌هایی است که باعث مکش بیشتر باد و سرعت بخشی به جریان هوا برای ورود به داخل فضا می‌باشد. جانمایی بادگیر در ترکیب با عمق زیاد ایوان جنوبی -که مانع تابش آفتاب به درون می‌شود- این فضا را تبدیل به محلی مناسب برای تجمع و تدریس در تابستان نموده است.

مصالح

عملکرد اقلیمی مصالح ساختمانی در مناطق مختلف نقش بسزایی در ایجاد آسایش حرارتی در طول سال خواهد داشت. بنابراین، استفاده از مصالح بومی منطبق بر شرایط آب و هوایی منطقه، یکی از بهترین شیوه برای ایجاد آسایش در بنا است. از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در انتخاب مصالح در مناطق گرم و خشک، دامنه نوسان روزانه هوا است[1] . خشت و آجر همراه با ملاط گل و اندود کاه‌گل، مناسب‌ترین مصالح در این مناطق است، هیچ ماده دیگر به‌خوبی خشت و گل نمی‌تواند در زیر تابش آفتاب مقاومت کند و در فصل سرمای خشک با اندک حرارتی اتاق‌ها را گرم نماید. سهولت در کارپذیری و کاربرد آن نیز در به‌کارگیری این مصالح مهم بوده است (معماریان، ۱۳۸۷: ۲۷۰). بر این مبنا، مصالح به‌کاررفته در مدرسه غیاثیه خرگرد مطابق با اقلیم کویری است. آجر، خشت و گچ به‌عنوان مصالح ساختاری و اساسی در بنا استفاده‌شده و سنگ، چوب و شیشه به‌عنوان مصالح فرعی کاربرد داشته است. آجر و خشت بیشترین کاربرد را در اجزای بنا مانند جرزها، پایه‌ها، بدنه و ساختمان گنبد بر عهده داشته است. گچ علاوه بر کاربرد آن در تزئینات گچبری نمای داخلی و خارج، به‌عنوان ملاط و اندود نیز به‌کاررفته است. رنگ روشن گچ که در قالب تزئینات در ایوان‌ها و نیز در درون بنا به چشم می‌خورد، عملکرد مناسبی در جهت کاهش جذب انرژی حرارتی در فصول گرم سال دارد. کاه‌گل نیز به‌عنوان یکی از اندودهای مهم پوششی بام و دیوارها، عایق حرارتی و رطوبتی مناسب و سازگار با اقلیم منطقه در فصول مختلف است. مصالح دیگری که به‌وفور در مدرسه استفاده شده است، انواع کاشی است. کاشی در واقع آجر لعاب‌دار است که علاوه بر بالا رفتن مقاومت آن در برابر شرایط جوی، به‌طور وسیعی در تزئین بنا کاربرد داشته است. در مدرسه غیاثیه خرگرد، انتخاب رنگ کاشی‌ها با توجه به میزان تابش نور خورشید و جلوگیری از انعکاس شدید آفتاب می‌باشد (طاهری‌مقدم و کاظم‌نژاد، ۱۳۹٦: ۳۸).

از تالار مدرس، تکه شیشه‌های بی‌رنگ، قهوه‌ای سیر، آبی و آبی روشن به‌دست‌آمده که نشان می‌دهد پنجره‌های گنبد دارای شیشه‌های رنگارنگ بوده است. رنگ داشتن شیشه‌ها در معماری سنتی ایرانی امری معمول بوده است. این امر برای آن بوده است که در پناه آفتاب تند و گاهی سوزان، پناهی باشد تا چشم را نیازارد.[2] از چوب علاوه بر تیر افقی نعل درگاه‌ها و پوشش سقف‌های مسطح حجره‌ها، اتاق‌ها و در و پنجره‌ها، احتمالاً در میان جرزهای بنا به‌عنوان یک عامل مقاوم در برابر حرکات ناگهانی مانند زلزله و رانش‌های افقی استعمال شده است. از سنگ به‌صورت محدود در نیم ستون‌های با حجاری قطاربندی شده در تالار اصلی و همچنین در تلفیق با کاشی در زمینه گره در ازاره‌ها استفاده شده است. در قسمت ورودی نیز ستون‌های گلدانی سنگی، نمونه دیگری از استفاده از سنگ در این بناست. مجموع تأثیرات اقلیم بر کالبد بنای مدرسه و راهکار معمارانه طراح آن در جدول زیر ارائه می‌شود.

---

۱. مصالح ساختمانی در این اقلیم باید ظرفیت حرارتی بالایی داشته باشند تا بتوانند این نوسانات را تعدیل کنند. ازجمله این مصالح می‌توان به خشت اشاره نمود که انرژی جذب‌شده در طول روز را به مدت ۸ تا ۱۰ ساعت در خود نگه می‌دارد. این انرژی در شب به‌تدریج ازیک‌طرف دیوار به‌طرف دیگر آن منتقل می‌شود. در تابستان این گرما می‌تواند سرمای شب‌های کویر را متعادل کند. در زمستان نیز هنگامی‌که منبع حرارتی حذف می‌شود، خشت گرمای ذخیره در خود را با سرعت کمتری آزاد می‌کند و نمی‌گذارد دمای داخل افت نماید. (زارعی و میردهقان، ۱۳۹۵: ۱۱).

۲. برای مطالعه بیشتر، ر.ک: (حناچی، ۱۳۹۴).

جدول ۲: مجموعه تأثیرات اقلیمی بر شکل‌گیری کالبد بنای مدرسه غیاثیه (مأخذ: نگارندگان)

عناصر اقلیمی		راهکار معماری	مکان	جزئیات
دما	گرمای تابستان	جهت‌گیری: شمال شرقی-جنوب غربی	حجم کلی بنا	کاهش تابش، افزایش بهره‌وری از باد
		حیاط مرکزی	میان بنا	ایجاد تابستان نشین (ایوان شرقی-ایوان جنوبی)
		بادگیر یک‌طرفه	انتهای ایوان جنوبی	در جهت باد مطلوب، تهویه مناسب جداره تابستان نشین
		استفاده از مصالح (آجر، خشت، گل و کاه‌گل)	دیوارها و سقف	ظرفیت حرارتی بالا-تحمل نوسانات دمایی
	سرمای زمستان	حیاط مرکزی	میان بنا	ایجاد زمستان نشین (ایوان غربی-ایوان شمالی)
		روزنه‌ها در ارتفاع	گریو گنبد مدرس و مسجد	تعادل دمایی به‌وسیله کاهش شدت وزش باد نامطلوب
تابش	ممانعت	عمق زیاد	ایوان و جداره جنوبی و شرقی	کاهش شدت تابش، سایه‌اندازی
		اختلاف ارتفاع در نما داخلی	جداره داخلی حیاط	سایه‌اندازی دائمی قسمتی از جداره در حیاط
		دوطبقه کردن بنا	حجم کلی بنا	
		استفاده از سقف طاق و گنبد	سقف مدرس‌ها و مسجد و ایوان‌ها	ایجاد سایه همیشگی بر یک‌سوی سقف، تهویه عمودی و هدایت آب باران
		روزنه‌های مشبک	ورودی حجره‌ها	ایجاد سایه‌روشن در درون-تعادل دمایی
		استفاده از سنگ، کاشی و گچ	ازاره‌ها، تزئینات بدنه و سقف	مقاومت در برابر تغییرات دمایی و رطوبتی، جلوگیری از انعکاس تابش- کاهش جذب انرژی حرارتی
		شیشه‌رنگی	نورگیرهای گنبدها	تعدیل میزان تابش
	دریافت	چرخش ۳۰ درجه	حجم کلی بنا	افزایش تعداد ساعت حضور آفتاب در قسمت زمستان نشین
		روزنه‌ها در ارتفاع	گریو گنبد مدرس و مسجد	امکان ورود نور متمایل تابستانی به فضا
باد	تقلیل اثر باد نامطلوب	تعبیه ایوانچه	مقابل حجره‌ها	امان بودن در برابر تابش، وزش باد همراه با گرد و غبار
		تعبیه فضاهای اصلی در پناه جداره ارتباطی	ایوان شمالی و جداره شرقی ایوان جنوبی و جداره غربی	
		تعبیه پلکان و فضاهای خدماتی	جبهه شمالی	
		جداره خارجی بی منفذ	حجم کلی بنا	
	استفاده بهینه از باد	بادگیر یک‌طرفه	انتهای ایوان جنوبی	در جهت باد مطلوب، تهویه مناسب جداره تابستان نشین
		ارتباط بلند و متناسب فضاهای جمعی	مدرس‌ها، مسجد و ایوان‌ها	حرکت هوای گرم به سمت بالا، ایجاد تهویه
		روزنه‌های مشبک	ورودی حجره‌ها	تهویه به جهت حفظ تعادل دمایی درون حجره‌ها
		روزنه‌ها در ارتفاع	گریو گنبد مدرس و مسجد	امکان تهویه مناسب به سبب مکش باد به سمت بالا

نتیجه‌گیری

معماران ایرانی با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی خشک کویری و با بهره‌برداری از منابع بومی اقدام به ابداع آثاری نمودند که از هر جهت قابل‌مطالعه و تأمل می‌باشند. یک قاعدهٔ کلی که در رابطه با کلیهٔ ساختارهای سنتی مصداق می‌یابد، هم گونی آن‌ها و محیط مسکونی با عوامل طبیعی است. شرایط آب و هوای منطقه گرم و خشک که مدرسه غیاثیه در آن واقع شده است، به‌گونه‌ای است که برای آسایش حرارتی انسان باید معماری همساز با اقلیم داشت. بررسی‌های این پژوهش نشان داد کالبد بنا و تشکل‌های فضایی آن، با توجه به شرایط اقلیمی، شکل‌گرفته‌اند. در این میان دما، تابش و باد، مهم‌ترین عناصر اقلیمی هستند که تعیین‌کننده جهت قرارگیری بنا، راستای کشیدگی آن، تناسبات ارتفاعی، نوع پوشش سقف‌ها و کاربرد مواد و مصالح برای ساخت بنا می‌باشد. با توجه به تابش آفتاب و گرمای کویر، بنا باید به گونه ای طراحی شود که فرد از گزند آفتاب سوزان در امان باشد. سویابی و جهت کشیدگی مدرسه غیاثیه این امر را به‌خوبی مدیریت کرده است. باد به‌عنوان عنصر کاهنده شرایط نامساعد اقلیمی، می‌تواند اثر گرما را کاهش دهد که در مدرسه غیاثیه خرگرد، بادگیر با قرارگیری در جهت بادهای مطلوب منطقه توانسته است آسایش حرارتی ساکنان را فراهم سازد. همچنین نماسازی داخلی حیاط مرکزی به‌صورت دوطبقه با ایوان‌های بیرون‌زده مرتفع، باعث سایه‌اندازی در بخشی از حیاط می‌شود که این اختلاف دمای درونی، سبب چرخش هوا در میانسرا می‌شود. پوشش فضاهای اصلی که محل تجمع افراد بوده است، به‌صورت گنبدی و قوسی است که سقف رایج مناطق کویری است. این فرم علاوه بر کاهش تبادل حرارتی، هدایت هوای گرم به سمت بالا به‌وسیله روزنه‌های و به وجود آوردن ارتفاع مناسب فضا، در امر انتقال نزولات اندک جوی در این منطقه نیز مؤثر است. مصالح مورد استفاده در ساخت بنا، همگون با مصالح کویری یعنی گل، خشت و آجر است. این نوع ترکیب‌بندی بسته‌ای یکدست و مقاوم را فراهم می‌آورد که در برابر گرما و تابش خورشیدی به‌صورت یک عایق حرارتی و رطوبتی عمل می‌کند. رنگ روشن کاه‌گل و گچ نیز باعث انعکاس گرمای تابشی شده و به خنک‌سازی فضای داخل کمک می‌کند. استفاده از رنگ‌ها در تزئینات کاشی‌کاری بنا نیز، همین نقش را بر عهده دارند. با توجه به رویکرد تحقیق که تحلیلی توصیفی می‌باشد، مجموعه ویژگی‌های اقلیمی در قالبی کیفی موردبررسی قرار گرفت. پیشنهاد می‌شود برای تحقیقات آینده از روش‌های کمی استفاده شود که مکمل این پژوهش خواهد بود و با تمرکز بر ویژگی‌های اقلیمی شاخص و همچنین دیگر عناصر کالبدی مانند عناصر سایه‌انداز، نورگیرها در ترکیب با بازشوها، نقوش و کتیبه‌ها، فضاهای ارتباطی و نیمه‌باز و غیره، میزان تأثیرپذیری معماری مدرسه از اقلیم را دقیق‌تر مورد سنجش قرار داد.

فهرست منابع

۱. ابراهیم‌بای، مهری. (۱۳۹۲). «بناهای تاریخی خواف از صدر اسلام تا پایان دوره قاجار». ***پایان‌نامه کارشناسی ارشد.*** مشهد: دانشگاه فردوسی.

۲. اخترکاوان، مهدی؛ و همکاران. (۱۳۹۲). «بررسی تعامل اصول معماری ایرانی و انرژی خورشیدی از منظر فرم، تقارن و جهت‌گیری، نمونه موردی خانه عباسیان کاشان». ***معماری و شهرسازی آرمانشهر.*** (شماره ۱۱)، ۹۰-۷۵.

۳. احمدی وحید؛ و همکاران. (۱۳۹۲). «انطباق طراحی خانه‌های مسکونی متناسب با اقلیم و معماری بومی».. ***کنفرانس معماری و شهرسازی و توسعه پایدار*** مشهد: موسسه آموزش عالي خاوران

۴. اذاتی، مهری؛ و زهرا برجیس. (۱۳۸٦). «تأثیر اقلیم بر اسلوب ساختمان‌سازی مورد ارتباط گردشگري مناطق خشک با اقلیم». ***مجموعه مقالات همایش منطقه‌ای راهکارهاي توسعه از دیدگاه جغرافیا.*** آستارا: انجمن محیط زیست دانشگاه تهران.

۵. استوار، غلامرضا؛ و ربابه موسی‌زاده. (۱۳۹۳). ***گزارش مرمت تزئینات کاشی‌کاری مدرسه غیاثیه خرگرد.*** مشهد: اداره کل میراث فرهنگی خراسان رضوی.

٦. اسماعیلی، شیما. (۱۳۹۵). «چگونگی تأثیر بازشوها بر تهویه طبیعی در خانه‌های سنتی (نمونه موردی روستای کندلوس)». ***چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری و شهرسازی.*** اسپانیا: ۱۱۹-۱۰۸.

۷. اکبری، امیر؛ و محمدی، علی. (۱۳۹۴). ***نشتیفان شهر آس بادها (نماد تکنولوژی سنتی در شرق ایران)*** ، خواف اخترنگار.

۸. اوکین، برنارد. (۱۳۸٦). ***معماری تیموری در خراسان.*** ترجمه علی آخشیتی. مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس.

۹. بهادری‌نژاد مهدی؛ و علیرضا دهقانی. (۱۳۸۷). ***بادگیر شاهکار مهندسی ایران.*** تهران: یزدا.

۱۰. پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۸۷). ***معماری ایرانی***. تهران: سروش دانش.

۱۱. توسلی، محمود. (۱۳۸۱). ***ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران***. تهران: پیام و پیوند نو.

۱۲. جمالپور، سمانه؛ و اربابان، آرش. (۱۳۹۴). «تأثیر اقلیم بر شکل‌گیری معماری خانه‌های یزد». ***همایش معماری و شهرسازی بومی ایران***. یزد، دانشگاه علم و هنر یزد.

۱۳. خانی، سمیه؛ و همکاران. (۱۳۹۱). «بررسی تطبیقی معماری و تزئینات مدرسه غیاثیه خرگرد و مدرسه چهارباغ اصفهان». ***مطالعات تطبیقی هنر***. (شماره ۴)، ۵۲-۳۷.

۱٤. خزایی، محمد. (۱۳۸۸). «ساختار و نقش‌مایه‌های مدارس دوره تیموری در خطه خراسان». ***مطالعات هنر اسلامی***. (شماره ۱۱)، ۷۹-۵۹.

۱۵. حاجی، قاسمی. (۱۳۷۹). ***گنجنامه مدارس***. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.

۱٦. حافظ‌نیا، محمدرضا. (۱۳۹۷). ***مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی***. تهران: سمت.

۱۷. حسین‌زاده، رضا. (۱۳۷٦). «بادهای ۱۲۰ روزه سیستان». ***تحقیقات جغرافیایی***. (شماره ۱۲۰)، ۱۲۷-۱۰۳.

۱۸. حناچی، پیروز. (۱۳۹۴). «جادوی نور در معماری سنتی ایران (ارزیابی شیوه‌های بهره‌گیری از نور طبیعی در چهار اقلیم ایران)». ***کنفرانس نور در هنر، معماری و شهرسازی ایران***. تهران: اندیشکده هرم پی.

۱۹. رحیم‌زاده، غلامحسین. (۱۳۹۴). «مدرسه غیاثیه خرگرد، جلوه‌ای از شکوه معماری عهد تیموری در ایران»، ***همایش نقش خراسان در شکوفایی هنر اسلامی***، مشهد: موسسه آموزش عالی فردوس مشهد.

۲۰. رضایی، فرشته، و افسانه رضایی. (۱۳۹۳). «ارزیابی عامل ناهمواری در پهنه‌بندی اقلیم-گردشگری استان خراسان رضوی». ***مجموعه مقالات اولین همایش بین‌المللی علمی راهبردی توسعه گردشگری جمهوری اسلامی ایران، چالش‌ها و چشم‌اندازها***. مشهد: پژوهشکده گردشگري جهاد دانشگاهي

۲۱. روبیاتی، رحمان؛ و فرید فروزانفر. (۱۳۹٦). «تأثیر مصالح و الگوهای معماری بومی اقلیم گرم و خشک در پایداری (معماری بومی استان خراسان جنوبی)». ***سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری***. شیراز: موسسه معماري و شهرسازي سفيران راه مهرازي.

۲۲. زارعی، محمدابراهیم؛ و فضل‌الله میردهقان. (۱۳۹۵). «نقش الگوی حیاط مرکزی در تعدیل شرایط سخت اقلیم گرم و خشک منطقه یزد». ***شهر ایرانی اسلامی***. (شماره ۲۳)، ۱۹-۵.

۲۳. سازمان هواشناسی خراسان رضوی. (۱۳۸۴). ***اطلاعات مربوط به درجه حرارت شهرستان خواف***.

۲۴. سلطانزاده، حسین. (۱۳۹۰). «نقش جغرافیا در شکل‌گیری انواع حیاط در خانه‌های سنتی ایران». ***پژوهش‌های جغرافیای انسانی***. (شماره ۷۵)، ۸٦-٦۹.

۲۵. شعاع برآبادی، علی. (۱۳۸۵). «احیاء کارکرد بافت قدیم شهر خواف». ***پایان‌نامه کارشناسی ارشد***. زاهدان: دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۲٦. صادقی، علی رضا، و فریال احمدی. (۱۳۸۹). «تأملی بر اصول معماری در دوره تیموری با تأکید بر بازشناخت بنای مدرسه غیاثیه خرگرد». ***ماه هنر***. (شماره ۱۴۹)، ۱۱۱-۱۰٦.

۲۷. طاهری‌مقدم علیرضا؛ و سمانه کاظم‌نژاد. (۱۳۹٦). «پالت رنگ کاشی‌کاری مدرسه غیاثیه خرگرد، بنای ماندگار دوره تیموری در خراسان». ***نگارینه هنر اسلامی***. (شماره ۱۳)، ۵۲-۳۲.

۲۸. کامیابی، سعید. (۱۳۹۵). «تطبیق سیستم طبقه‌بندی اقلیمی بر معماری شهرهای استان خراسان رضوی». ***جغرافیای سرزمین***. (شماره ۵۰)، ۱۰۵-۹۱.

۲۹. کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۹). ***اقلیم و معماری***. اصفهان: خاک.

۳۰. فولادی، وحدانه؛ و همکاران. (۱۳۹۵). «گنبد دوپوسته از منظر عملکرد حرارتی در اقلیم کویری کاشان». ***پژوهش‌های معماری اسلامی***. (شماره ۱۱)، ۱۰٦-۹۰.

۳۱. کیانی، یوسف. (۱۳۷۴). ***تاریخ هنر معماری ایران در دوره اسلامی***. تهران: سمت.

۳۲. گلچین‌عارفی، مهدی. (۱۳۸۷). «خواجه غیاث‌الدین پیر احمد خوافی (بانی مدرسه غیاثیهٔ خرگرد)». ***گستان هنر***. (شماره ۱۳)، ۸۹-۸۴.

۳۳. قانقرمه عبدالعظیم؛ و همکاران. (۱۳۹۷). «بازنگری در تعیین دمای پایه آسایش حرارتی مناطق اقلیمی متفاوت ایران به‌منظور محاسبه شاخص درجه-روز موردنیاز سرمایشی و گرمایشی». ***اطلاعات جغرافیایی***. (شماره ۱۰۵)، ۱۴۳-۱۲۷.

۳۴. قائمی، خسرو؛ و محسن اصیلی. (۱۳۹۳). «ارزیابی پتانسیل انرژی باد در منطقه خواف استان خراسان رضوی». ***چهارمین کنفرانس رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی***. تهران: **انجمن علمی نگهداشت انرژی**.

۳۵. قبادیان، وحید. (۱۳۷۷). ***بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران***. تهران: دانشگاه تهران.

۳٦. قیومی، مهرداد. (۱۳۷۷). «مدرسه غیاثیه خرگرد». ***رواق***. (شماره ۲)، ۸۹-۸۳.

۳۷. لولویی، کیوان. (۱۳۷۷). «مدارس چهار ایوانی خراسان». ***هنر***. (شماره ۳۸)، ۱۵۳-۱۳۸.

۳۸. معماریان، غلامحسین. (۱۳۸٦). ***آشنایی با معماری مسکونی ایرانی، گونه شناسی درونگرا***. تهران: سروش دانش.
۳۹. مجیدی، فاطمه؛ و محمدعلی فردین‌مهر. (۱۳۹۲). «بررسی و تحلیل انواع گنبد در ساختار بناهای سنتی ایران». ***صنعت ساختمان***. (شماره ۱۱۵)، ۳۷-۳۰.
۴۰. محرر احمدی، مژگان؛ و امیر گندمکار. (۱۳۹۱). «بررسی روند تغییر اقلیم آسایش استان خراسان رضوی در فصل تابستان با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک». ***اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار***. تهران: پژوهشکده سوانح طبیعي وزارت کشور.
٤١. مفیدی، سید مجید؛ و مهناز محمودی. (۱۳۹۰). «بررسی چگونگی تأثیرگذاری پلان معماری بادگیرها در کاهش دمای محیط». ***علوم و تکنولوژی محیط‌زیست***. (شماره ۱)، ۹۱-۸۳.
۴۲. هوشیاری، محمدمهدی؛ و حسین پورنادری. (۱۳۹۵). «تحلیل و بررسی نظریه پیرنیا درباره رون اصفهانی در فضای شهری و معماری سنتی اصفهان». ***هویت شهر***. (شماره ۲۷)، ۶۴-۵۳.
٤٣. هاشمی، حسن؛ و همکاران. (۱۳۹۵). «بررسی نقش اقلیم بر نوع معماری و تزئینات حسینیه نواب بیرجند». ***پژوهش‌های باستان‌شناسی***. (شماره ۱۱)، ١٦٣-١٥١.
۴۴. ویلبر، دانلد. (۱۳۸۷). «قوام‌الدین شیرازی معمار دوره تیموریان». ترجمه هدیه نوربخش. ***گستان هنر***. (شماره ۱۳)، ۸۳-۷۴.
۴۵. ویلبر، دونالد؛ و لیزا گلمبک. (۱۳۷۴). ***معماری تیموری در ایران و توران***. ترجمه کرامت‌الله افسر و محمد یوسف کیانی. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
۴۶. هوشیاری، محمدمهدی؛ و حسن پورنادری. (۱۳۹۵). «تحلیل و بررسی نظریه پیرنیا درباره رون اصفهانی در فضای شهری و معماری سنتی اصفهان». ***هویت شهر***. (شماره ۲۷)، ۶۴-۵۳.